

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 16 637.8  
**Anmeldetag:** 11. April 2003  
**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
70469 Stuttgart/DE  
**Bezeichnung:** Radar-Antennenanordnung  
**IPC:** G 01 S, H 01 Q

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 05. Februar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

**Stark**

17.12.02 Sk/Pz

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

### Radar-Antennenanordnung



#### Stand der Technik

15

Zur Bestimmung der Geschwindigkeit und Entfernung von Objekten im Straßenverkehr ist es üblich Pulsradar-Systeme zu verwenden (WO 99/42856). Aus der DE 44 12 77 A1 ist es bekannt für ein Kraftfahrzeug-Abstandswarnradar sich überlappende Antennenkeulen zu erzeugen, wobei die Strahlungskeulen auch geschwenkt werden können. Als Sende- und Empfangsantenne wird dort entweder ein Erregersystem benutzt oder es ist eine separate Sende- und Empfangsantenne vorgesehen.

20

Aus der WO 02/15334 ist ein Mehrstrahl-Antennenarray bekannt mit einem Strahlformnetzwerk und einem Strahlkombinationsnetzwerk. Es sind dort Maßnahmen getroffen, dass Sende- und Empfangskeulen genau in die gleiche Richtung weisen.

25



#### Vorteile der Erfindung

30

Mit den Maßnahmen gemäß Anspruch 1, das heißt zwei verschiedenen Antennen zum Senden und Empfangen, Ausbilden der beiden Antennen bezüglich ihrer Antennencharakteristik in der Art, dass ihre dominanten Nebenkeulen zueinander versetzt sind, insbesondere dass sich ihre Maxima und Minima gegenseitig unterdrücken, lassen sich Falschziele außerhalb der Hauptkeule ausblenden, was die Zuverlässigkeit der Detektion von Nutzzielen wesentlich verbessert.

35

Die Erfindung beruht im Wesentlichen auf der Erkenntnis, dass alle Antennenkonfigurationen mehr oder weniger starke Nebenkeulen besitzen, die durch

Ansteuerung, z.B. Phasensteuerung, der Einzelerreger (Patches) oder durch eine spezielle geometrische Anordnung zueinander zwar beeinflussbar sind, aber niemals absolut unterdrückt werden können. Selbst wenn es gelänge eine oder mehrer Nebenkeulen zu unterdrücken, bliebe immer ein nichtkompensierbarer Anteil übrig, der Falschziele vortäuschen kann.

Mit den Maßnahmen der Erfindung gelingt es die unvermeidlichen Nebenkeulen, zumindest bezüglich ihrer dominanten Anteile so anzuordnen, dass sich gerade Maxima und Minima überlagern. Wenn die Sendeantenne Energie in einer dominanten Nebenkeule auf ein großes Ziel emittiert, so hat die Empfangsantenne an dieser Stelle gerade ihr Minimum und empfängt aus derselben Richtung weniger oder keine Energie.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen/Anwendungen aufgezeigt. So lässt sich insbesondere durch eine Bewertung verschiedener Empfangssignale die Zielsituation besser verifizieren oder bewerten, das heißt insbesondere ein großes Ziel in einer Nebenkeule erkennen.

#### Zeichnungen

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert. Es zeigen

Figur 1 eine bekannte Antennenanordnung mit getrennten Sende- und Empfangsantennen,

Figur 2 die zugehörige Antennencharakteristik,

Figur 3 eine Antennencharakteristik mit sechs Einzelerregern pro Spalte,

Figur 4 eine Antennenanordnung mit Guard Channel,

Figur 5 die zugehörigen Antennencharakteristiken,

Figur 6 gleiche Antennencharakteristiken für Sende- und Empfangsantennen,

Figur 7 Antennencharakteristiken für Sende- und Empfangsantennen mit Auslöschung der Nebenkeulen,

Figur 8 eine Erregeranordnung zur Realisierung der Antennencharakteristiken nach Figur 7.

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt eine bekannte Antennenanordnung mit jeweils einer Spalte 1 von vier Patch-Erregern zum Senden und eine getrennte Spalte 2 von vier Patch-Erregern zum Empfangen. Ein einzelner Patch-Erreger hat einen Öffnungswinkel von ca.  $90^\circ$ . Werden wie hier mehrere, z.B. vier, Patch-Erreger in einer Spalte angeordnet, verringert sich der vertikale Öffnungswinkel (Elevation) mit der Anzahl der Antennenelemente. Mit den vier Patch-Erregern nach Figur 1 wird ein vertikaler Öffnungswinkel von  $30^\circ$  erreicht. In der horizontalen Richtung (Azimut) ändert sich nichts gegenüber einem Einzelerreger, das heißt der Öffnungswinkel beträgt  $90^\circ$ . Durch Erhöhung der Anzahl der Einzelerreger pro Spalte kann der vertikale Öffnungswinkel weiter verkleinert werden, was aber nicht unbedingt bedeutet, dass die Trennung von Zielen besser wird, da unvermeidlich auftretende Nebenkeulen Falschziele vortäuschen können. Figur 2 zeigt die Antennencharakteristik einer Patch-Antenne mit vier Einzelerregern in einer Spalte und Figur 3 eine Antennencharakteristik einer Patch-Antenne mit sechs Einzelerregern. Wie Figur 3 zeigt, erhöht sich zwar die Bündelung und der Antennengewinn aber es nimmt auch die Anzahl der Nebenkeulen zu.

Zur Veranschaulichung kann folgende Situation eintreten:

Ein sehr kleines Ziel (Fußgänger 5) ist in der Hauptkeule, wo es auch detektiert werden soll und ein sehr großes Ziel (Kanaldeckel 6 oder Metall auf/in der Fahrbahn) in der Nebenkeule. Ein Radarsystem kann nicht zwischen diesen Zielen unterscheiden und der Fußgänger 5 könnte nicht erkannt werden (Figur 5). Die Nebenkeulen können allerdings nur bis zu einem gewissen Grad unterdrückt werden.

Es gibt eine technische Möglichkeiten dieses Problem zu erkennen. Man kann empfangsseitig einen sogenannten Guard Channel vorsehen, das heißt eine weitere Empfangsantenne insbesondere mit anderer Antennencharakteristik, z.B. ein weiterer Patch-Erreger 3 mit  $90^\circ$  Elevationswinkel, um die Zielsituation mit anderer Antennencharakteristik (4 in Figur 5) zu bewerten. Dabei werden weiterhin beide Signale mit anderer Gewichtung in der Leistung detektiert. Der Fußgänger 5 in Figur 5 befindet sich in der Hauptkeule. Die untere Nebenkeule empfängt eine Reflexion vom Kanaldeckel 6. Eine erweiterte Signalverarbeitung kann die Zielsituation bewerten und auf ein großes Ziel in der Nebenkeule 4 schließen. Bei dieser Lösung ist allerdings ein erhöhter Aufwand bzw. weiterer Empfangskanal notwendig.

Eine Verbesserung besteht erfindungsgemäß darin die Ziele außerhalb der Hauptkeule auszublenden. Es werden zwei verschiedene Antennen zum Senden und Empfangen verwendet und die unvermeidlichen Nebenkeulen dieser beiden Antennen so versetzt zueinander angeordnet, dass sich gerade Maxima und Minima überlagern und gegenseitig unterdrücken und im Idealfall auslöschen. Wenn die Sendeantenne Energie in der Nebenkeule auf ein großes Ziel emittiert, so hat die Empfangsantenne an dieser Stelle gerade ein Minimum und empfängt aus derselben Richtung wenig oder keine Energie.

Figur 6 zeigt die Antennencharakteristiken einer Sende- und einer Empfangsantenne, die untereinander gleich sind (durchgezogen und gestrichelt für jeweils eine der Antennen).

Figur 7 zeigt die Antennencharakteristiken einer Sendeantenne (durchgezogen) und einer Empfangsantenne (gestrichelt) mit der erfindungsgemäßen Auslöschung der dominanten Nebenkeulen. Eine mögliche Realisierung einer solchen Antennenanordnung nach der Erfindung ist in Figur 8 dargestellt. Die Sendeantenne weist eine Spalte von vier Patch-Erregern auf und die Empfangsantenne eine Spalte von sechs Patch-Erregern. Dabei ergibt sich für die Empfangsantenne durch die Erhöhung der Zahl der Antennen-Erreger eine schärfere Bündelung. Die erfindungsgemäße Auslöschung der dominanten Nebenkeulen kann nicht nur durch eine spezielle geometrische Anordnung wie in Figur 8 erreicht werden, sondern auch durch eine gezielte Phasensteuerung beispielsweise mittels Laufzeitgliedern für einige der Patch-Erreger.

Um die Nebenkeulenunterdrückung weiter zu verbessern, allerdings mit einigem Mehraufwand, können auch zusätzlich die Maßnahmen der Figur 4 (weitere Antennenerreger mit anderer Antennencharakteristik als Guard Channel) eingesetzt werden.

Zur gegenseitigen Unterdrückung der dominanten Nebenkeulen können auch Beamforming-Netzwerke, z.B. Rotman-Linse, Butler-Matrix, eingesetzt werden.

Wenn der Versatz der Nebenkeulen von der Richtung her gegeben ist aber durch Amplitudenunterschiede (Gainunterschiede) bei der Überlagerung keine vollständige Auslöschung zustande kommt, kann über eine Bewertungseinrichtung eine Amplitudenangleichung der Nebenkeulensignale vorgenommen werden.

17.12.02 Sk/Pz

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

- 10
1. Radar-Antennenanordnung insbesondere für Kraftfahrzeuganwendungen mit folgenden Merkmalen:
- zwei verschiedenen Antennen (1, 2) zum Senden und Empfangen,
  - die beiden Antennen (1, 2) zum Senden und Empfangen sind bezüglich ihrer Antennencharakteristiken so ausgebildet, dass ihre dominanten Nebenkeulen
- 15
- zueinander versetzt sind, insbesondere derart, dass sich ihre Maxima und Minima gegenseitig unterdrücken.
2. Radar-Antennenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Empfangsantenne (3) insbesondere mit einer anderen Antennencharakteristik
- 20
- vorgesehen ist, um durch Überlagerung der beiden Empfangsantennencharakteristiken die Zielsituation zu bewerten, das heißt insbesondere ein großes Ziel in einer Nebenkeule zu erkennen.
- 25
3. Radar-Antennenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Antennen zum Senden und Empfangen aus Patch-Erregern bestehen.
4. Radar-Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass Beamforming-Netzwerke zur gegenseitigen Unterdrückung der dominanten Nebenkeulen vorgesehen sind.
- 30
5. Radar-Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass für die Antennen (1, 2) zum Senden und Empfangen Antennenspalten mit Einzelerregern, insbesondere Patch-Erregern, vorgesehen sind.

6. Radar-Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bewertungseinrichtung (7) vorgesehen ist zur Amplitudenangleichung der Nebenkeulensignale, um insbesondere eine vollständige Auslöschung dominanter Nebenkeulen zu erreichen.

5

7. Radar-Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Unterdrückung der Nebenkeulen eine Empfangsantenne mit weiteren Erregern vorgesehen ist und/oder eine unterschiedliche Phasensteuerung der Antennen-Erreger für Senden und Empfangen.

10

17.12.02 Sk/Pz

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

### Radar-Antennenanordnung

#### Zusammenfassung

15

Zur Unterdrückung von Nebenkeulen bei Pulsradar-Systemen werden die Antennencharakteristiken von Sende- (1) und Empfangsantenne (2) so ausgebildet, dass die dominanten Nebenkeulen versetzt zueinander erscheinen und sich ihre Maxima und Minima gegenseitig unterdrücken.

20

Dies erhöht die Sicherheit gegen eine Detektion von Falschzielen.

(Figur 6)



1/3

R. 304883

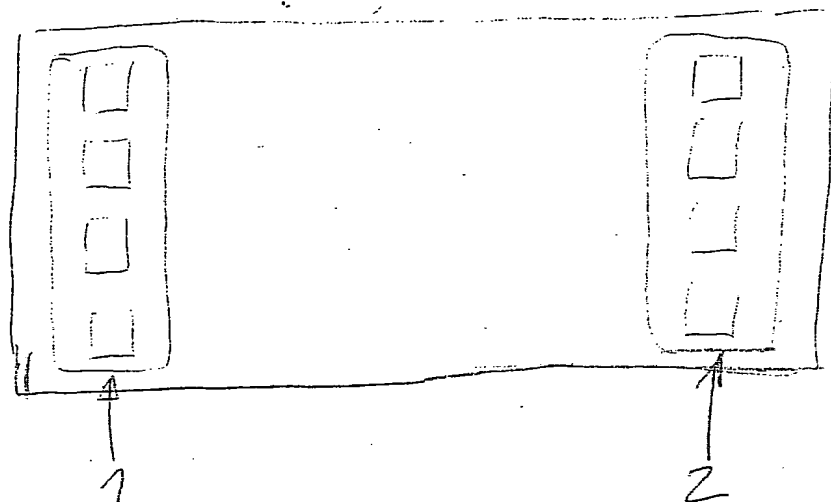


Fig. 1

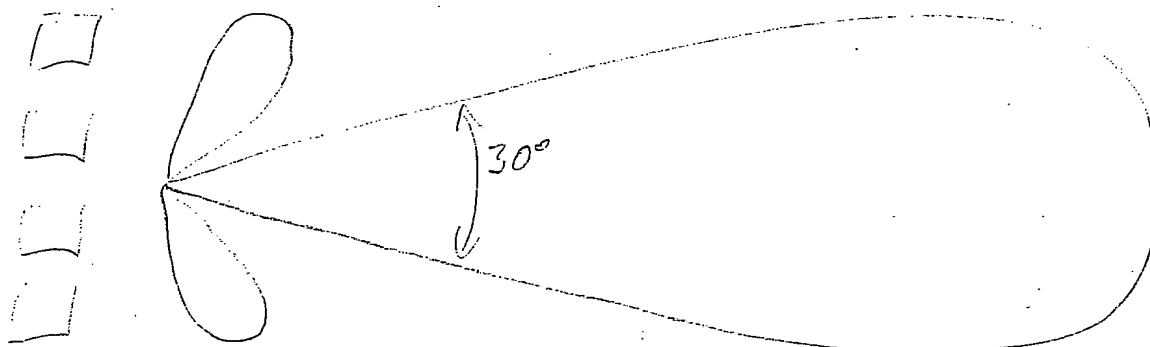


Fig. 2

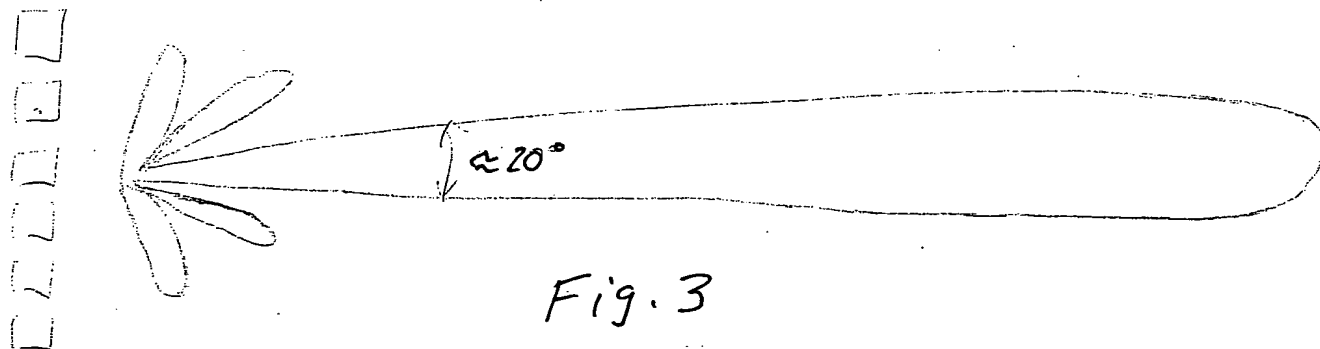


Fig. 3

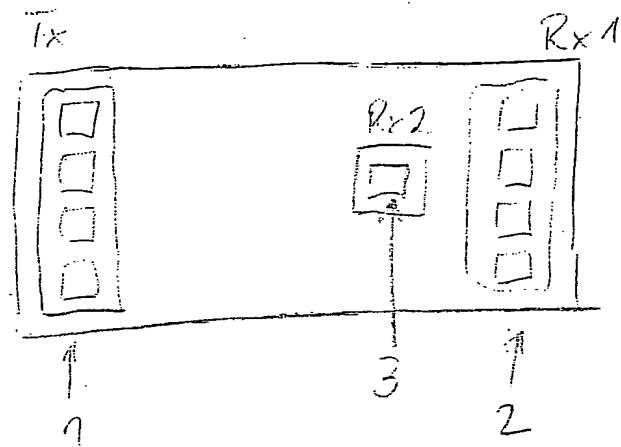


Fig. 4

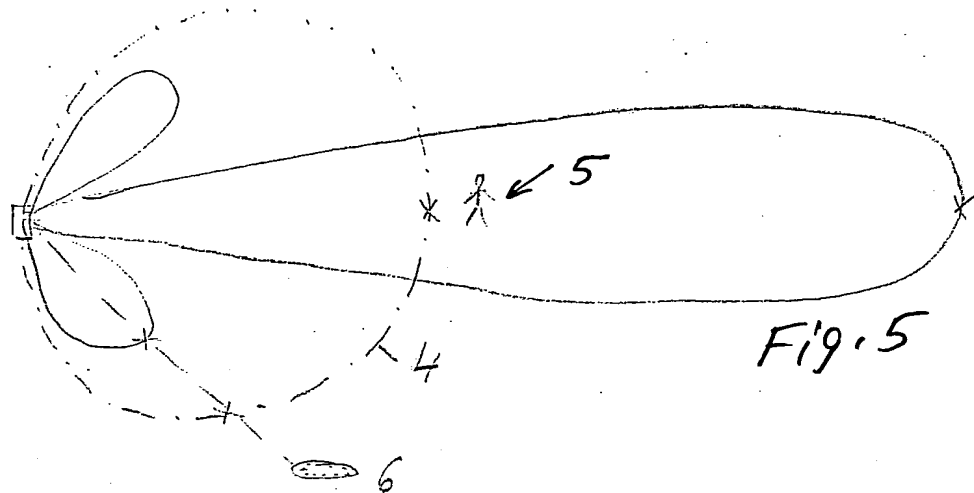


Fig. 5

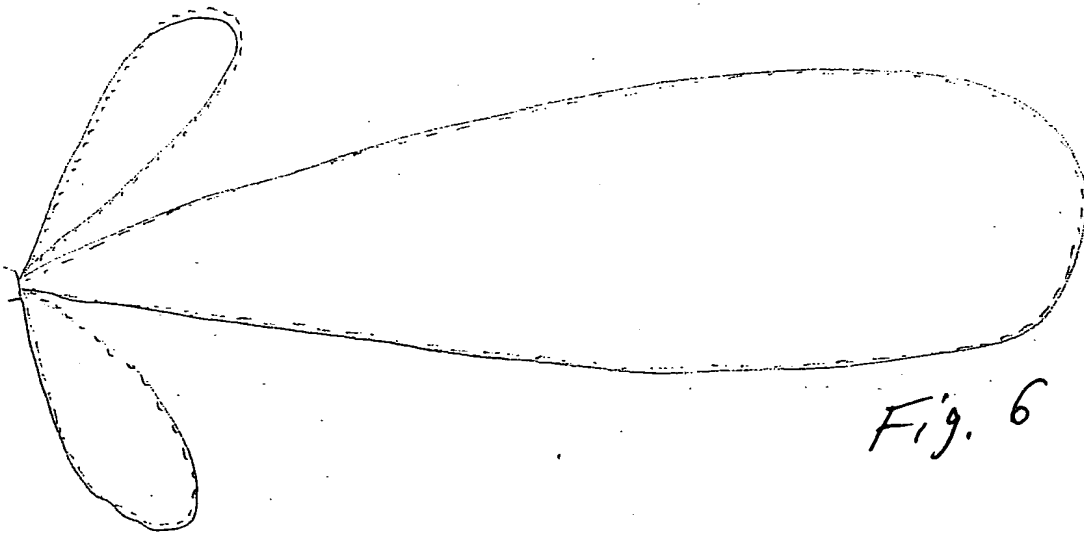


Fig. 6

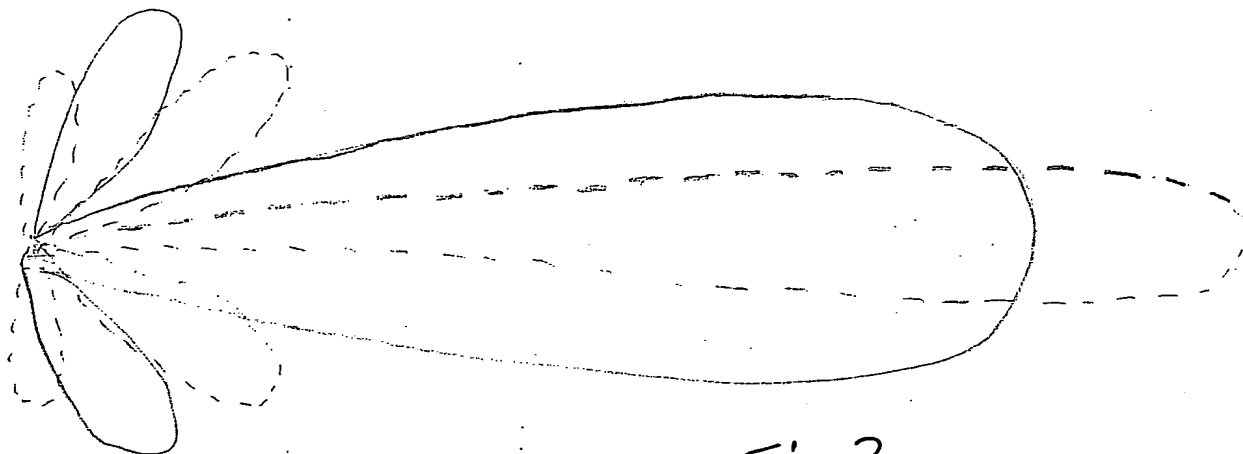


Fig. 7

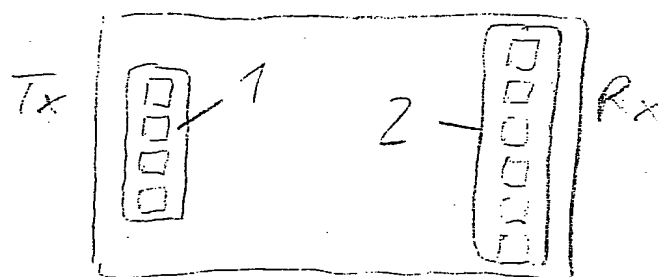


Fig. 8